

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年12月27日
Date of Application:

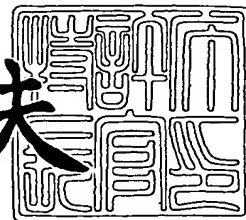
出願番号 特願2002-379035
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2002-379035]

出願人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):

2003年10月24日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



Atty. Docket No. MIPFP070

出証番号 出証特2003-3087997

【書類名】 特許願

【整理番号】 PA04F328

【提出日】 平成14年12月27日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H04N 1/60

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 中見 至宏

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

【識別番号】 110000028

【氏名又は名称】 特許業務法人 明成国際特許事務所

【代表者】 下出 隆史

【電話番号】 052-218-5061

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 133917

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0105458

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像ノイズの低減

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 デジタル画像に対してノイズ低減処理を実行する画像処理装置であって、

前記画像に含まれるエッジを検出するエッジ検出手段と、

前記検出されたエッジの形成方向を決定するエッジ角度決定手段と、

前記検出されたエッジに対して、前記決定されたエッジの形成方向と同一方向に抽出領域を有する平滑化フィルタを適用する平滑化手段とを備える画像処理装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の画像処理装置であって、

前記平滑化フィルタは、前記エッジの形成方向に対して垂直な方向よりも前記エッジの形成方向に対して平行な方向に広い抽出領域を有するフィルタである画像処理装置。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の画像処理装置であって、

前記平滑化フィルタは、メディアンフィルタである画像処理装置。

【請求項 4】 複数画素から構成される画像に対するノイズ低減処理を実行する画像処理装置であって、

平滑化処理の対象となる注目画素についてエッジ量を求めるエッジ量算出手段と、

前記算出されたエッジ量に基づいて前記注目画素を含むエッジ形成画素の整列角度であるエッジ角度を決定するエッジ角度決定手段と、

所定の方向の画素を参照画素として抽出する方向特性を有するフィルタをエッジ角度に応じて複数格納する記憶手段と、

前記決定されたエッジ角度に適合する方向特性を有するフィルタを前記記憶手段から選択するフィルタ選択手段と、

前記選択されたフィルタを用いて前記注目画素に対する平滑化処理を実行する平滑化手段とを備える画像処理装置。

【請求項 5】 複数画素から構成される画像に対するノイズ低減処理を実行

する画像処理装置であって、

平滑化処理の対象となる注目画素についてエッジ量を求めるエッジ量算出手段と、

前記算出されたエッジ量に基づいて前記注目画素の勾配を算出する勾配算出手段と、

画像上におけるエッジ形成画素の整列角度であるエッジ角度と同一角度方向の画素を参照画素として抽出する方向特性を有するフィルタを前記勾配と対応付けて複数の前記エッジ角度について格納する記憶手段と、

前記算出された勾配に基づいて前記記憶手段から前記画像上におけるエッジ角度に適したフィルタを選択するフィルタ選択手段と、

前記選択されたフィルタを用いて前記注目画素に対する平滑化処理を実行する平滑化手段とを備える画像処理装置。

【請求項 6】 請求項 4 または 5 に記載の画像処理装置において、

前記フィルタは、前記所定方向に対して垂直な方向よりも平行な方向に広い抽出領域を有するフィルタである画像処理装置。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の画像処理装置において、

前記フィルタは、メディアンフィルタである画像処理装置。

【請求項 8】 請求項 4 ないし請求項 7 のいずれかに記載の画像処理装置はさらに、

前記算出されたエッジ量が所定のエッジ量よりも小さい場合には、前記注目画素の分散値を求める分散値算出手段と、

前記算出された分散値が大きくなるにつれて抽出領域が小さい移動平均フィルタを用いて前記注目画素に対する平滑化処理を実行する第 2 の平滑化手段とを備える画像処理装置。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の画像処理装置はさらに、

前記画像の画素値を色差成分と輝度成分に分離する分離手段を備え、

前記エッジ量算出手段は、前記色差成分、輝度成分についてそれぞれエッジ量を算出し、算出したエッジ量の中で最も大きなエッジ量を前記注目画素のエッジ量とし、

前記分散値算出手段は、前記色差成分、輝度成分についてそれぞれ分散値を算出し、算出した分散値の中で最も大きな分散値を前記注目画素の分散値とし、

前記平滑化手段、および前記第 2 の平滑化手段は、それぞれ前記注目画素の色差成分に対してのみ平滑化処理を施す画像処理装置。

【請求項 1 0】 デジタル画像に対してノイズ低減処理を実行する方法であって、

前記画像に含まれるエッジを検出し、

前記検出したエッジが形成されている方向である形成方向を決定し、

前記検出したエッジに対して、前記決定したエッジの形成方向と同一方向に抽出領域を有する平滑化フィルタを適用するノイズ低減処理方法。

【請求項 1 1】 複数画素から構成される画像に対するノイズ低減処理方法であって、

平滑化処理の対象となる注目画素についてエッジ量を求め、

前記求めたエッジ量に基づいて前記注目画素を含むエッジ形成画素の整列角度であるエッジ角度を決定し、

所定の方向の画素を参照画素として抽出する方向特性を有するフィルタであって、前記決定されたエッジ角度に適合する方向特性を有するフィルタを取得し、

前記取得したフィルタを用いて前記注目画素に対する平滑化処理を実行するノイズ低減処理方法。

【請求項 1 2】 複数画素から構成される画像に対するノイズ低減処理方法であって、

平滑化処理の対象となる注目画素についてエッジ量を求め、

前記算出されたエッジ量に基づいて前記注目画素の勾配を算出し、

画像上におけるエッジ形成画素の整列角度であるエッジ角度と同一角度方向の画素を参照画素として抽出する方向特性を有するフィルタであって、前記画像上におけるエッジ角度に適したフィルタを、予め対応付けられた前記勾配と前記エッジ角度との関係に基づいて前記算出された勾配を用いて取得し、

前記取得したフィルタを用いて前記注目画素に対する平滑化処理を実行するノイズ低減処理方法。

【請求項 13】 デジタル画像に対してノイズ低減処理を実行するプログラムであって、

前記画像に含まれるエッジを検出する機能と、

前記検出したエッジが形成されている方向である形成方向を決定する機能と、

前記検出したエッジに対して、前記決定したエッジの形成方向と同一方向に抽出領域を有する平滑化フィルタを適用する機能とをコンピュータによって実行させるプログラム。

【請求項 14】 複数画素から構成される画像に対するノイズ低減処理プログラムであって、

平滑化処理の対象となる注目画素についてエッジ量を求める機能と、

前記求めたエッジ量に基づいて前記注目画素を含むエッジ形成画素の整列角度であるエッジ角度を決定する機能と、

所定の方向の画素を参照画素として抽出する方向特性を有するフィルタであって、前記決定されたエッジ角度に適合する方向特性を有するフィルタを取得する機能と、

前記取得したフィルタを用いて前記注目画素に対する平滑化処理を実行する機能とをコンピュータによって実行させるノイズ低減処理プログラム。

【請求項 15】 複数画素から構成される画像に対するノイズ低減処理方法であって、

平滑化処理の対象となる注目画素についてエッジ量を求める機能と、

前記算出されたエッジ量に基づいて前記注目画素の勾配を算出する機能と、

画像上におけるエッジ形成画素の整列角度であるエッジ角度と同一角度方向の画素を参照画素として抽出する方向特性を有するフィルタであって、前記画像上におけるエッジ角度に適したフィルタを、予め対応付けられた前記勾配と前記エッジ角度との関係に基づいて前記算出された勾配を用いて取得する機能と、

前記取得したフィルタを用いて前記注目画素に対する平滑化処理を実行する機能とをコンピュータによって実行させるノイズ低減処理プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像に対してノイズ低減処理を実行する画像処理装置、画像に対するノイズ低減処理の方法に関する。

【0002】**【従来の技術】**

CCD等の光電変換素子を用いてデジタル画像を生成するデジタルスチルカメラ等にあつては、暗い被写体、暗い撮影条件、ISO感度が増感された場合等には、CCDの特性上、得られる画像にノイズが発生しやすいことが知られている。特に、画像の中でも滑らかな階調が要求される肌、空に該当する部分に発生するノイズは著しく画像に対する評価を下げてしまう。そこで、従来より種々のノイズ低減処理技術が提案、実用化されており、例えば、画像の階調を滑らかなものとするために移動平均フィルタを用いた画像の平滑化が広く用いられている。

【0003】**【特許文献1】**

特開平11-220632号

【0004】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、画像には輪郭（エッジ成分）も含まれていることが多く、エッジ成分を無視して平均化フィルタを用いると輪郭がにじんだり、ぼけてしまうという問題がある。かかる問題を解決すべく、輪郭を避けた平滑化处理等が提案されているが移動平均フィルタの特性上、輪郭意外の部分における平滑化处理を適切に実行すれば輪郭にも平滑化处理の影響が出てしまい、輪郭に影響が及ばない平滑化处理では十分な平滑化处理を実施できないという問題がある。

【0005】

一方、メディアンフィルタはエッジ成分を損なうことなく平滑化处理を実行することができるが、演算処理に非常に時間がかかり現実的ではないという問題がある。したがって、演算処理負荷が軽く、画像の輪郭がにじんだりぼけたりすることなく、画像に発生したノイズを低減するための平滑化处理が望まれている。

【0006】

本発明は、上記要求を満たすためになされたものであり、画像の輪郭を損なうことなく、迅速に画像上のノイズを低減、除去し、自然で滑らかな色再現を行うことを目的とする。

【0007】**【課題を解決するための手段および作用・効果】**

上記課題を解決するために本発明の第1の態様は、デジタル画像に対してノイズ低減処理を実行する画像処理装置を提供する。本発明の第1の態様に係る画像処理装置は、前記画像に含まれるエッジを検出するエッジ検出手段と、前記検出されたエッジの形成方向を決定するエッジ角度決定手段と、前記検出されたエッジに対して、前記決定されたエッジの形成方向と同一方向に抽出領域を有する平滑化フィルタを適用する平滑化手段とを備えることを特徴とする。

【0008】

本発明の第1の態様に係る画像処理装置によれば、検出されたエッジに対して、エッジの形成方向と同一方向に抽出領域を有する平滑化フィルタを適用して平滑化処理を実行するので、画像の輪郭を損なうことなく、迅速に画像上のノイズを低減または除去し（平滑化処理）、自然で滑らかな色再現を行うことができる。

【0009】

本発明の1の態様に係る画像処理装置において、前記平滑化フィルタは、前記エッジの形成方向に対して垂直な方向よりも前記エッジの形成方向に対して平行な方向に広い抽出領域を有しても良い。かかる抽出領域（参照領域）を有する平滑化フィルタを用いることによって、エッジを損なうことなく、また、平滑化フィルタ演算に要する時間を短縮した平滑化処理を実行することができる。

【0010】

本発明の第1の態様に係る画像処理装置において、前記平滑化フィルタは、メディアンフィルタであっても良い。かかる場合には、上記平滑化フィルタの方向特性と相まって、エッジ形成画素を維持した平滑化処理を実行することができる。

【0011】

本発明の第2の態様は、複数画素から構成される画像に対するノイズ低減処理を実行する画像処理装置を提供する。本発明の第2の態様に係る画像処理装置は、平滑化処理の対象となる注目画素についてエッジ量を求めるエッジ量算出手段と、前記算出されたエッジ量に基づいて前記注目画素を含むエッジ形成画素の整列角度であるエッジ角度を決定するエッジ角度決定手段と、所定の方向の画素を参照画素として抽出する方向特性を有するフィルタをエッジ角度に応じて複数格納する記憶手段と、前記決定されたエッジ角度に適合する方向特性を有するフィルタを前記記憶手段から選択するフィルタ選択手段と、前記選択されたフィルタを用いて前記注目画素に対する平滑化処理を実行する平滑化手段とを備えることを特徴とする。

【0012】

本発明の第2の態様に係る画像処理装置によれば、決定されたエッジ角度に適合する、所定の方向の画素を参照画素として抽出する方向特性を有するフィルタを用いて注目画素に対する平滑化処理を実行するので、画像の輪郭を損なうことなく、迅速に画像上のノイズを低減、除去し、自然で滑らかな色再現を行うことができる。

【0013】

本発明の第2の態様に係る画像処理装置は、平滑化処理の対象となる注目画素についてエッジ量を求めるエッジ量算出手段と、前記算出されたエッジ量に基づいて前記注目画素の勾配を算出する勾配算出手段と、画像上におけるエッジ形成画素の整列角度であるエッジ角度と同一角度方向の画素を参照画素として抽出する方向特性を有するフィルタを前記勾配と対応付けて複数の前記エッジ角度について格納する記憶手段と、前記算出された勾配に基づいて前記記憶手段から前記画像上におけるエッジ角度に適したフィルタを選択するフィルタ選択手段と、前記選択されたフィルタを用いて前記注目画素に対する平滑化処理を実行する平滑化手段とを備えることもできる。

【0014】

本発明の第2の態様に係る画像処理装置によれば、注目画素の勾配を参照情報

として用いて、画像上におけるエッジ形成画素の整列角度であるエッジ角度と同一角度方向の画素を参照画素として抽出する方向特性を有するフィルタを選択し、かかるフィルタを用いて注目画素に対する平滑化処理を実行するので、画像の輪郭を損なうことなく、迅速に画像上のノイズを低減、除去し、自然で滑らかな色再現を行うことができる。

【0015】

本発明の第2の態様に係る画像処理装置において、前記フィルタは、前記所定の方角に対して垂直な方向よりも平行な方向に広い抽出領域を有するフィルタであっても良い。かかる抽出領域（参照領域）を有する平滑化フィルタを用いることによって、エッジを損なうことなく、また、平滑化フィルタ演算に要する時間を短縮した平滑化処理を実行することができる。

【0016】

本発明の第2の態様に係る画像処理装置において、前記フィルタは、メディアンフィルタであっても良い。かかる場合には、上記平滑化フィルタの方向特性および中央値を採用するメディアンフィルタの特性と相まって、エッジ形成画素を維持した平滑化処理を実行することができる。

【0017】

本発明の第2の態様に係る画像処理装置はさらに、前記算出されたエッジ量が所定のエッジ量よりも小さい場合には、前記注目画素の分散値を求める分散値算出手段と、前記算出された分散値が大きくなるにつれて抽出領域が小さい移動平均フィルタを用いて前記注目画素に対する平滑化処理を実行する第2の平滑化手段とを備えても良い。かかる場合には、画像の滑らかさに対応して値が変わる分散値を用いてフィルタサイズを変更するので、エッジ（形成画素）であるか否かが明確ではない注目画素に対しても、エッジ特性を損なうことのないノイズ低減処理（平滑化処理）を実行することができる。

【0018】

本発明の第2の態様に係る画像処理装置はさらに、前記画像の画素値を色差成分と輝度成分に分離する分離手段を備え、前記エッジ量算出手段は、前記色差成分、輝度成分についてそれぞれエッジ量を算出し、算出したエッジ量の中で最も

大きなエッジ量を前記注目画素のエッジ量とし、前記分散値算出手段は、前記色差成分、輝度成分についてそれぞれ分散値を算出し、算出した分散値の中で最も大きな分散値を前記注目画素の分散値とし、前記平滑化手段、および前記第2の平滑化手段は、それぞれ前記注目画素の色差成分に対してのみ平滑化処理を施しても良い。かかる場合には、輝度成分の変化に伴うぼけを防止することができると共に、色ノイズを適切に除去、低減することができる。

【0019】

本発明の第3の態様は、デジタル画像に対してノイズ低減処理を実行する方法を提供する。本発明の第3の態様に係る方法は、前記画像に含まれるエッジを検出し、前記検出したエッジが形成されている方向である形成方向を決定し、前記検出したエッジに対して、前記決定したエッジの形成方向と同一方向に抽出領域を有する平滑化フィルタを適用することを特徴とする。

【0020】

本発明の第3の態様に係る方法は、本発明の第1の態様に係る画像処理装置と同様の作用効果を奏すると共に、本発明の第1の態様に係る画像処理装置と同様にして種々の態様にて実現され得る。

【0021】

本発明の第4の態様は、複数画素から構成される画像に対するノイズ低減処理方法を提供する。本発明の第4の態様に係るノイズ低減処理方法は、平滑化処理の対象となる注目画素についてエッジ量を求め、前記求めたエッジ量に基づいて前記注目画素を含むエッジ形成画素の整列角度であるエッジ角度を決定し、所定方向の画素を参照画素として抽出する方向特性を有するフィルタであって、前記決定されたエッジ角度に適合する方向特性を有するフィルタを取得し、前記取得したフィルタを用いて前記注目画素に対する平滑化処理を実行することを特徴とする。

【0022】

また、本発明の第4の態様にかかるノイズ低減処理方法であって、平滑化処理の対象となる注目画素についてエッジ量を求め、前記算出されたエッジ量に基づいて前記注目画素の勾配を算出し、画像上におけるエッジ形成画素の整列角度で

あるエッジ角度と同一角度方向の画素を参照画素として抽出する方向特性を有するフィルタであって、前記画像上におけるエッジ角度に適したフィルタを、予め対応付けられた前記勾配と前記エッジ角度との関係に基づいて前記算出された勾配を用いて取得し、前記取得したフィルタを用いて前記注目画素に対する平滑化処理を実行しても良い。

【0 0 2 3】

本発明の第4の態様に係るノイズ低減処理方法は、本発明の第2の態様に係る画像処理装置と同様の作用効果を奏すると共に、本発明の第2の態様に係る画像処理装置と同様にして種々の態様にて実現され得る。

【0 0 2 4】

本発明の第5の態様は、デジタル画像に対してノイズ低減処理を実行するプログラムを提供する。本発明の第5の態様に係るプログラムは、前記画像に含まれるエッジを検出する機能と、前記検出したエッジが形成されている方向である形成方向を決定する機能と、前記検出したエッジに対して、前記決定したエッジの形成方向と同一方向に抽出領域を有する平滑化フィルタを適用する機能とをコンピュータによって実行させることを特徴とする。

【0 0 2 5】

本発明の第5の態様に係るプログラムは、本発明の第1の態様に係る画像処理装置と同様の作用効果を奏すると共に、本発明の第1の態様に係る画像処理装置と同様にして種々の態様にて実現され得る。

【0 0 2 6】

本発明の第6の態様は、複数画素から構成される画像に対するノイズ低減処理プログラムを提供する。本発明の第6の態様に係るノイズ低減処理プログラムは、平滑化処理の対象となる注目画素についてエッジ量を求める機能と、前記求めたエッジ量に基づいて前記注目画素を含むエッジ形成画素の整列角度であるエッジ角度を決定する機能と、所定の方向の画素を参照画素として抽出する方向特性を有するフィルタであって、前記決定されたエッジ角度に適合する方向特性を有するフィルタを取得する機能と、前記取得したフィルタを用いて前記注目画素に対する平滑化処理を実行する機能とをコンピュータによって実行させることを特

徴とする。

【0027】

また、本発明の第6の態様に係るノイズ低減処理プログラムは、平滑化処理の対象となる注目画素についてエッジ量を求める機能と、前記算出されたエッジ量に基づいて前記注目画素の勾配を算出する機能と、画像上におけるエッジ形成画素の整列角度であるエッジ角度と同一角度方向の画素を参照画素として抽出する方向特性を有するフィルタであって、前記画像上におけるエッジ角度に適したフィルタを、予め対応付けられた前記勾配と前記エッジ角度との関係に基づいて前記算出された勾配を用いて取得する機能と、前記取得したフィルタを用いて前記注目画素に対する平滑化処理を実行する機能とをコンピュータによって実行させても良い。

【0028】

本発明の第6の態様に係るノイズ低減処理プログラムは、本発明の第1の態様に係る画像処理装置と同様の作用効果を奏すると共に、本発明の第1の態様に係る画像処理装置と同様にして種々の態様にて実現され得る。

【0029】

なお、上記各プログラムは、記録媒体に記録されていても良いことは言うまでもない。

【0030】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る画像処理装置およびノイズ低減処理方法について図面を参照しつつ、実施例に基づいて説明する。

【0031】

先ず、本実施例に係る画像処理装置において実行されるノイズ低減処理の特徴について図1を参照して説明する。図1は本実施例に係る画像処理装置において実行されるエッジを構成する画素に対して実行される平滑化処理の特徴を示す説明図である。

【0032】

本実施例に係る画像処理装置では、平滑化処理（ノイズ低減処理・除去処理）

の対象となる注目画素TPが、エッジを構成（形成）する画素であるエッジ構成画素（形成画素）であるか否かをエッジ量（勾配g）によって判断し、エッジ構成画素である場合には、移動平均フィルタに代えて図1に示す楕円形のメディアンフィルタを用いた平滑化処理を実行する。本実施例において用いられるメディアンフィルタMFは、エッジEgの形成方向（エッジ角度）に適合する傾き（角度）を備える楕円形の参照領域RAを有しており、エッジ成分を損なうことのない平滑化処理を実現する。

【0033】

したがって、平滑化処理に当たっては、エッジEgの形成方向（エッジ角度）を求め、求められたエッジ角に適合する角度のメディアンフィルタMFを選択し、選択されたメディアンフィルタMFを用いてエッジ構成画素である注目画素TPに対する平滑化処理が実行される。以下、より詳細に本実施例に係る画像処理装置において実行されるノイズ低減処理について説明する。

【0034】

図2を参照して本実施例に係る画像処理装置を含む画像処理システムについて説明する。図2は本実施例に係る画像処理装置を含む画像処理システムの概略構成を示す説明図である。

【0035】

本実施例では、画像処理装置はパーソナルコンピュータPCとして実現されている。パーソナルコンピュータPCは、ノイズ低減処理を含む各種画像処理演算を実行する中央演算装置（CPU）100、ノイズ低減処理を実行するためのプログラム、参照テーブル等を格納するリードオンリメモリ（ROM）101、ハードディスク（HDD）102、入力された画像データ等の各種データを一時的に格納するランダムアクセスメモリ（RAM）103を備えている。パーソナルコンピュータPCは、この他にも外部入力デバイスとデータ、制御信号をやりとりするための入力インターフェース、外部出力デバイスとデータ、制御信号をやりとりするための出力インターフェースを備えている。なお、インターフェースとは、外部デバイスを接続するための接続端子（ハード面）および外部デバイスからの信号の変換処理（ソフト面）の双方を意味する。

【0036】

本実施例では、パーソナルコンピュータPCには、外部出力デバイスとして、表示装置110、プリンタ20が接続されている。表示装置110に対しては、ノイズ低減処理の結果を反映した画像データがリアルタイムにて送出され、出力画像が表示される。一方、プリンタ20に対しては、プリント命令の入力をトリガとして、ノイズ低減処理が施され、印刷用データに変換された印刷用画像データが送出され、出力画像が印刷される。

【0037】

一方、外部入力デバイスとしては、撮像装置としてデジタルスチルカメラ30が接続されている。デジタルスチルカメラ30は、CCDを始めとする光電変換素子を用いて画像データを生成する撮像装置であり、光学レンズを介して被写体画像をCCD上に結像することで光の情報（エネルギー）を電気の情報（エネルギー）へと変換する。したがって、十分な光量が得られない夜景シーン、室内シーンでは、得られる画像にノイズが乗りやすいことが知られている。また、ISO感度を上げて撮影された場合には、増感処理によってノイズレベルも大きくなることが知られている。デジタルスチルカメラ30において生成された画像データは、この他にもメモ리카ードMCを介してパーソナルコンピュータPCに入力され得る。

【0038】

なお、本実施例では、撮像装置としての外部入力デバイスとしてデジタルスチルカメラ30を用いて説明したが、この他にもスキャナ、デジタルビデオカメラ等が用いられ得る。また、他の外部入力デバイスとして、キーボード、マウス等が用いられ得る。

【0039】

図3～図11を参照して本実施例に係る画像処理装置において実行されるノイズ低減処理について説明する。図3はノイズ低減処理において実行される処理ルーチンを示すフローチャートである。図4はエッジの勾配 g （エッジ量）を求めるために用いられる 3×3 エッジ検出オペレータの一例を示す説明図である。図5はエッジの勾配 g （エッジ量）を求めるために用いられる 5×5 エッジ検出オ

ペレータの一例を示す説明図である。図6は本実施例において用いられる参照画素抽出領域が方向性を有する楕円形メディアンフィルタを例示する説明図である。図7は図1に示す画像の画素値の分布を画素レベルにて例示的に示すと共に注目画素TPについて平滑化処理を行う際におけるメディアンフィルタの適用の様子を概念的に示す説明図である。図8は注目画素TP_{n1}について平滑化処理を行う際におけるメディアンフィルタの適用の様子を概念的に示す説明図である。図9は注目画素TP_{n2}について平滑化処理を行う際におけるメディアンフィルタの適用の様子を概念的に示す説明図である。図10は本実施例と従来例との平滑化処理の比較結果の一例を示す説明図である。図11は本実施例において用いられる9×9移動平均フィルタの一例を示す説明図である。図12は本実施例において用いられる17×17移動平均フィルタの一例を示す説明図である。図13は本実施例において用いられる21×21移動平均フィルタの一例を示す説明図である。

【0040】

図3を参照して本実施例において実行されるノイズ低減処理について説明する。ノイズ低減処理は、例えば、画像データに関連付けられている撮影情報、画像処理条件に基づいて、ISO感度が増感指定されている、撮影シーンが夕景、夜景に設定されている、ホワイトバランスが室内光に設定されている、画像データの解析結果から暗い画像である、と判断された場合に実行されてもよく、あるいは、ユーザによってノイズ除去コマンドが選択された場合に実行されてもよい。なお、撮影情報、画像処理条件と画像データとの関連付けについては、画像データのヘッダに書き込む技術が実用化されている。また、ノイズ低減処理の結果は、逐次、表示装置110上に表示されている画像に反映されても良く、表示装置110上に反映することなくとも良い。

【0041】

パーソナルコンピュータPC（CPU100）は、ノイズ低減処理を開始すると、画像データを輝度成分と色差成分とによって表される色座標系、例えば、YCbCr、Labへと変換する。本実施例では、YCbCrを例にとって説明する。通常、デジタルスチルカメラ30にて生成された画像データは、YCbC

r データであることが多く、特に変換処理は不要である。一方、パーソナルコンピュータ P C に入力されたデータが R G B データの場合には、以下の式を演算することによって R G B - Y C b C r 変換が実行される。

$$Y = 0.2999R + 0.587G + 0.114B$$

$$C_r = 0.713(R - Y) \quad C_b = 0.564(B - Y)$$

【0042】

C P U 1 0 0 は、注目画素 T P の勾配（エッジ量） g を Y （輝度）、 C_b 、 C_r （色差）の各成分について算出する（ステップ S 1 0 0）。エッジ量 g を算出する手法は既にいくつかの手法が確立されており、本実施例では例えば、図 4 に示す 3×3 Prewitt オペレータ、図 5 に示す 5×5 Prewitt オペレータを用いて説明する。

【0043】

C P U 1 0 0 は、注目画素 T P の輝度成分を $Y(i, j)$ として表した場合、以下の式（1）、（2）を用いて Δf_x および Δf_y を算出する。式（1）、（2）は 3×3 Prewitt オペレータを用いた場合の例である。

【0044】

【数1】

$$\Delta f_x = (Y(i+1, j-1) - Y(i-1, j-1)) + (Y(i+1, j) - Y(i-1, j)) + (Y(i+1, j+1) - Y(i-1, j+1))$$

式(1)

$$\Delta f_y = (Y(i-1, j-1) - Y(i-1, j+1)) + (Y(i, j-1) - Y(i, j+1)) + (Y(i+1, j-1) - Y(i+1, j+1))$$

式(2)

【0045】

C P U 1 0 0 は、続いて以下の式（3）を用いてエッジ量 g を算出する。

【0046】

【数2】

$$g = \sqrt{\Delta f_x^2 + \Delta f_y^2}$$

式(3)

【0047】

CPU100は、Cr成分、Cb成分のそれぞれについてもY成分と同様にエッジ量を求め、最も大きなエッジ量gを注目画素TPのエッジ量gとして採用する。なお、上記説明では、説明を容易にするため3×3Prewittオペレータを用いて説明したが、画像データを構成する画素数が増加している今日では、より正確なエッジ量gを求めるため図5に示す5×5Prewittオペレータを用いることが望ましい。

【0048】

CPU100は、算出したエッジ量gが75以上であるか否かを判定し（ステップS110）、 $75 \leq g$ であると判定した場合には（ステップS110：Yes）、エッジ角度 θ を算出する（ステップS120）。CPU100は、先に求めた Δf_x および Δf_y を用いて以下の式（4）からエッジ角度を算出する。

【0049】

【数3】

$$\theta = \arctan\left(\frac{\Delta f_y}{\Delta f_x}\right) \quad \text{式(4)}$$

【0050】

ただし、式（4）によって実際に算出される角度 θ は、図1に示すように水平方向に対する勾配の方向 θ であり、厳密な意味でのエッジ角度ではない。ただし、勾配の方向はエッジの方向に対して垂直（90°）に交差するため、勾配の方向 θ とエッジの方向（エッジ角度）とは一義的に対応付けられており、勾配の方向 θ を求めることでエッジ角度を求めることができる。

【0051】

CPU100は、算出した勾配の方向 θ に基づいて画像上のエッジ角度に適したメディアンフィルタを取得する（ステップS122）。パーソナルコンピュータPCのROM101またはHDD102には、予め図6（a）～（h）に示すような、参照領域RAに方向性を持った（参照画素をエッジ周囲の画素に絞った）メディアンフィルタMFが格納されており、CPU100は、算出した勾配の方向 θ を指標として画像上のエッジ角度に適したメディアンフィルタMFを選択する。本実施例では、0°～180°の範囲で22.5°刻みにて8種類の方向

性を有するメディアンフィルタMFが用意されている。

【0052】

図6中、黒塗りの四角は参照画素を示し、白色の画素は非参照画素を示し、一画素は注目画素として取り扱われない（平滑化の対照とならない）スキップ画素を意味する。図6中に示す角度は勾配の方向 θ を示しており、メディアンフィルタMFが有する方向性（実際に画像上に形成されている角度）を示すものではない。すなわち、既述のように勾配の方向 θ と現実のエッジ角度（方向）とは90°ずれており、本実施例ではこの相違を考慮した上で勾配の方向 θ を指標として画像上のエッジ角度に適したメディアンフィルタMFを選択できるよう予め勾配の方向 θ と画像上のエッジ角度とを対応付けている。

【0053】

図6には、説明の都合上、9×9の角度付きメディアンフィルタMFが例示されているが、実際の処理においては17×17の角度付きメディアンフィルタMFを用いることが好ましい。

【0054】

CPU100は、取得したメディアンフィルタMFを用いて平滑化処理を実行する（ステップS124）。この平滑化処理では、色差成分であるCr、Cbについてのみ平滑化処理を実行し、輝度成分Yについては平滑化処理を実行しない。例えば、図1に示すエッジを有する画像が図7に示す画素値（色彩値および輝度値）分布を有する場合について説明すると、注目画素TPの勾配の方向 θ は51°となるため、図6（b）に示す45.0°のメディアンフィルタMFを選択してメディアンフィルタ演算を実行する。

【0055】

図7～図9において注目画素はTP、TPn1、TPn2によって表され、参照画素は斜線付きの四角で示され、非参照画素は白抜きの四角にて示されている。また、各四角の間には画素が存在するが、画像処理速度を向上させるためにこれら画素は、注目画素、参照画素として取り扱われないスキップ画素であるから表示を省略した。

【0056】

注目画素TPの色彩値または輝度値および斜線で示されている参照画素の色差値または輝度値を用いて中央値が算出され、ノイズ低減処理後の注目画素TPの色差値（処理後色彩値）が得られる。CPU100は演算により得られた処理後色彩値をRAM103に一時的に格納する。この例では、注目画素TPは当初、255の色差値を示し、周りの画素の色差値または輝度値を参照するとノイズを示している可能性が高い。従来の移動平均フィルタを用いた場合には、枠線内の全ての画素の色差値または輝度値が参照されるため、注目画素TPの処理後色彩値は、111となりノイズ低減処理によってエッジ成分が損なわれてしまう。

【0057】

これに対して、角度付きメディアンフィルタMFを用いる本実施例におけるノイズ低減処理では、注目画素TPの色彩値および参照画素の色差値または輝度値を用いて得られる中央値は128となるため、エッジ成分を損なうことなくノイズを低減することができる。また、参照領域RAをエッジ角度（エッジ形成方向）に一致させて、エッジ形成画素を覆うようにして平滑化处理（メディアンフィルタ演算）を実行するので、通常、長い演算時間が要求されるメディアンフィルタ演算の演算時間を短縮しつつ、エッジ成分を損なうことの無い精度の高いノイズ低減処理を実行することができる。

【0058】

異なる注目画素TPn1およびTPn2について本実施例における角度付きメディアンフィルタMFを用いて平滑化处理を実行した更なる例について図8～図10を参照して説明する。図10に示すように注目画素TPn1の勾配の方向 θ は 56° であり、図6（b）に示す 45.0° のメディアンフィルタMFを選択してメディアンフィルタ演算を実行する。本実施例における処理後の画素値（色差値）は128となり、一方、従来の移動平均フィルタを用いた場合の処理後の画素値（色差値）は101となる。したがって、本実施例によれば、エッジ成分を損なうことがない。次に、注目画素TPn2の勾配の方向 θ は、図10に示すように 69° であり、図6（c）に示す 67.5° のメディアンフィルタMFを選択してメディアンフィルタ演算を実行する。本実施例における処理後の画素値（色差値）は96となり、一方、従来の移動平均フィルタを用いた場合の処理後

の画素値（色差値）は 83 となる。注目画素 TP_n2 は周囲の画素値と比較すると著しく低く、ノイズであると考えられるが、本実施例によれば、エッジ成分として色差値を増加させることが可能となり、ノイズによるエッジ成分の劣化を回復させることができる。

【0059】

CPU100 は、ステップ S110 にて注目画素 TP のエッジ量 g が 75 未満であると判断した場合には（ステップ S110: No）、注目画素 TP の分散値を輝度成分 Y 、色差成分 Cb 、 Cr について算出し、最も大きな値を注目画素 TP の分散値 v として採用する（ステップ S130）。分散値 v は以下の式（5）によって求められる。なお、式中 x_i は注目画素 TP の Y 、 Cb 、 Cr 成分のいずれかを示し、 \bar{x} は Y 、 Cb 、 Cr 成分のそれぞれについての全画素値の平均値を示す。

【0060】

【数 4】

$$v = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad \text{式(5)}$$

【0061】

画像にエッジ成分が含まれているにもかかわらず、エッジ量 g が小さく表れることがあるので、分散値 v を計算することによって画像に含まれるエッジ成分に応じた適切な平滑化処理を実行するのである。分散値 v が大きい場合には、画像に比較的大きなエッジ成分が含まれていることを意味し、分散値 v が小さな場合には、画像には大きなエッジ成分が含まれていないことを意味する。したがって、分散値 v が大きくなるにつれてサイズの小さな移動平均フィルタを用いた平滑化処理を以下、実行する。

【0062】

CPU100 は、分散値 v が 200 より大きいかな否かを判定し（ステップ S140）、分散値 v が 200 より大きいと判定した場合には（ステップ S140: Yes）、図 9 に示す 9×9 の移動平均フィルタ、すなわち 9×9 の範囲内に参照画素を有する移動平均フィルタを用いて注目画素 TP に対する平滑化処理を実

行する（ステップS142）。CPU100は演算により得られた処理後色彩値をRAM103に一時的に格納する。かかる場合は、注目画素TPの周囲に、例えば、セーターの編み目といった細部が含まれていることを意味するので、参照領域の小さなフィルタを用いることによって平均化の度合いを下げ、編み目等のエッジ成分を損なうことのない平滑化処理を実行する。図9においても黒塗りの四角は参照画素を示し、白抜きの四角は非参照画素を示し、-の表示はスキップ画素を示している。本実施例において用いられる移動平均フィルタは、本来ガウス分布に対応した参照領域を有するので四つ角の画素も参照画素として採用すべきであるが、演算処理時間を短縮するため、経験則上、平滑化処理に大きな影響を及ぼさない四つ角の画素は非参照画素としている。

【0063】

CPU100は、分散値vが200以下であると判定した場合には（ステップS140：No）、分散値vが50より大きいかなんかを判定する（ステップS144）。CPU100は、分散値vが50より大きいと判定した場合には（ステップS144：Yes）、図10に示す17×17の移動平均フィルタを用いて注目画素TPに対する平滑化処理を実行する（ステップS146）。CPU100は演算により得られた処理後色彩値をRAM103に一時的に格納する。図10における黒塗りの四角、白抜きの四角、-の表示は既述の通りの意味を有する。

【0064】

CPU100は、分散値vが50以下であると判定した場合には（ステップS144：No）、図11に示す21×21の移動平均フィルタを用いて注目画素TPに対する平滑化処理を実行する（ステップS148）。CPU100は演算により得られた処理後色彩値をRAM103に一時的に格納する。かかる場合には、注目画素TPの周囲に、例えば、空を表す比較的一様な画素が含まれていることを意味するので、参照領域の大きなフィルタを用いることによって平均化の度合いを上げて、ノイズ低減に重きを置いた強力な平滑化処理を実行する。図11における黒塗りの四角、白抜きの四角、-の表示は既述の通りの意味を有する。

【0065】

CPU100は、今回の注目画素TPに対する、以上説明したいずれかの平滑化処理を終え、全画素（スキップ画素を除く）に対する平滑化処理が終了したか否かを判定し（ステップS150）、全画素（スキップ画素を除く）について平滑化処理が終了していないと判定した場合には（ステップS150：No）、注目画素TPを変更して（ステップS160）、ステップ100に戻り、次の注目画素TPに対して上記のノイズ低減処理を実行する。一方、CPU100は、全画素（スキップ画素を除く）について平滑化処理が終了したと判定した場合には（ステップS150：Yes）、本ノイズ低減処理を終了する。CPU100はRAM103に一時的に格納された各画素についての処理後色差値を原画像上の対応する各画素に適用し、YCbCrデータをRGBデータに変換した後、他の画像処理の実行後、処理後の画像データとして出力装置に適したデータ変換処理を実行するデータ変換処理部、例えば、プリンタドライバに出力する。プリンタドライバ（CPU100）は、RGBデータをプリンタの色空間に併せてCMYKデータへと変換し、ハーフトーン処理等の必要な処理を行った後、例えば、ラスターデータとしてプリンタ20へ出力する。

【0066】

以上説明したように本実施例に係る画像処理装置によれば、画像にエッジ量の大きなエッジ成分が含まれる場合にはエッジの形成方向に一致する参照領域（平滑化領域）を有する角度付きメディアンフィルタMFを用いて平滑化処理を実行し、画像にエッジ量の大きなエッジ成分が含まれない場合には分散値 σ に応じてフィルタサイズの異なる移動平均フィルタを用いて平滑化処理を実行することができる。したがって、画像に含まれるエッジを損なうことなく（平滑化してしまうことなく）画像に含まれるノイズを低減または除去することができる。

【0067】

より具体的には、明確なエッジ成分を構成する注目画素に対しては、エッジの形成方向（エッジ角度）と一致するメディアンフィルタMFを用いた平滑化処理（ノイズ低減処理）を実行するので、エッジを維持したノイズ低減処理を実現することができる。すなわち、従来の移動平均フィルタを用いたノイズ低減処理に

において問題となっていたエッジのにじみ、ぼけを伴うことはない。また、これまでメディアンフィルタを用いた場合に問題となっていたメディアンフィルタ演算に要する演算処理時間を大幅に短縮することができる。したがって、エッジを有する画像に対してエッジ成分を保持しつつ画像に含まれるノイズを強力に低減または除去することができる。

【0068】

また、明確なエッジ成分を構成しない注目画素に対しては、注目画素の分散値 v に応じて切り替えた移動平均フィルタサイズを用いて平滑化処理を行っている。分散値 v は、注目画素が明確ではないエッジ成分を構成するか否かを判定する指標として有用であり、明確ではないがエッジ成分を構成する注目画素に対しては小さなサイズのフィルタを用いることによってエッジ成分を損なうことのない平滑化処理を実現し、エッジ成分を構成しない注目画素については大きなサイズのフィルタを用いることによって強力な平滑化処理を実現する。したがって、従来多く用いられてきた画像サイズに応じた移動平均フィルタのサイズの使い分けによる平滑化処理と比較して、画像中のエッジを損なうことなく、且つエッジ成分を含まない部分には強力なノイズ低減を可能にする平滑化処理を実行することができる。

【0069】

さらに、本実施例では、エッジ量 g 、分散値 v の算出に当たっては Y 、 Cb 、 Cr の各成分について求め、最も大きな値をそれぞれ注目画素 TP のエッジ量 g 、分散値 v として用いているが、平滑化処理の対象となるのは Cb 、 Cr といった色差成分だけである。したがって、輝度成分の低下に伴うボケを防止しつつ、色ノイズを低減または除去することができる。

【0070】

・その他の実施例：

上記実施例では、画像処理装置として、パーソナルコンピュータ PC を用いてノイズ低減処理を実行しているが、このほかにも、例えば、画像処理機能を備えるスタンドアローン型のプリンタを画像処理装置として用いてもよく、係る場合にはプリンタにおいてノイズ低減処理が実行される。また、画像処理装置等のハ

ードウェア構成を伴うことなく、プリンタドライバ、画像処理アプリケーション（プログラム）としても実現され得る。

【0071】

また、上記実施例ではエッジを検出するに当たってPrewittオペレータを用いているがこの他にRobertsオペレータ、Sobelオペレータといったオペレータ、およびラプラシアンフィルタ等を用いてエッジを検出（エッジ量を算出）しても良い。

【0072】

さらに、上記実施例では、平滑化処理の対象をCb、Crといった色差成分としているが、輝度成分Yに対しても平滑化処理を実行できることは言うまでもない。

【0073】

また、上記実施例では、楕円形状の抽出領域を有するメディアンフィルタを用いて説明しているが、エッジ成分の形成方向と平行な方向に広く、垂直な方向に狭い抽出領域を有していれば、上記実施例と同様の効果を得ることができる。

【0074】

以上、実施例に基づき本発明に係る画像処理装置、ノイズ低減処理方法およびノイズ低減処理プログラムを説明してきたが、上記した発明の実施の形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定するものではない。本発明は、その趣旨並びに特許請求の範囲を逸脱することなく、変更、改良され得ると共に、本発明にはその等価物が含まれることはもちろんである。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本実施例に係る画像処理装置において実行されるエッジを構成する画素に対して実行される平滑化処理の特徴を示す説明図である。

【図2】 図2は本実施例に係る画像処理装置を含む画像処理システムの概略構成を示す説明図である。

【図3】 ノイズ低減処理において実行される処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図4】 エッジの勾配 g （エッジ量）を求めるために用いられる 3×3 エッジ

検出オペレータの一例を示す説明図である。

【図 5】 エッジの勾配 g (エッジ量) を求めるために用いられる 5×5 エッジ検出オペレータの一例を示す説明図である。

【図 6】 本実施例において用いられる参照画素抽出領域が方向性を有する楕円形メディアンフィルタを例示する説明図である。

【図 7】 図 1 に示す画像の画素値の分布を画素レベルにて例示的に示すと共に注目画素 TP について平滑化処理を行う際におけるメディアンフィルタの適用の様子を概念的に示す説明図である。

【図 8】 注目画素 TP_{n1} について平滑化処理を行う際におけるメディアンフィルタの適用の様子を概念的に示す説明図である。

【図 9】 注目画素 TP_{n2} について平滑化処理を行う際におけるメディアンフィルタの適用の様子を概念的に示す説明図である。

【図 10】 本実施例と従来例との平滑化処理の比較結果の一例を示す説明図である。

【図 11】 本実施例において用いられる 9×9 移動平均フィルタの一例を示す説明図である。

【図 12】 本実施例において用いられる 17×17 移動平均フィルタの一例を示す説明図である。

【図 13】 本実施例において用いられる 21×21 移動平均フィルタの一例を示す説明図である。

【符号の説明】

PC…パーソナルコンピュータ

100…中央演算装置 (CPU)

101…リードオンリメモリ (ROM)

102…ハードディスク (HDD)

103…ランダムアクセスメモリ (RAM)

110…表示装置

20…プリンタ

30…デジタルスチルカメラ

MC…メモリカード

TP、TP_{n1}、TP_{n2}…注目画素

MF…角度付きメディアンフィルタ

E_g…エッジ

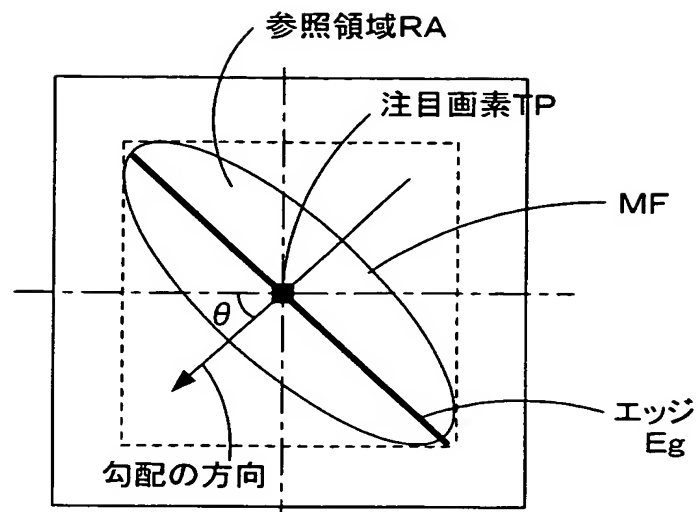
RA…参照領域

θ …勾配の方向

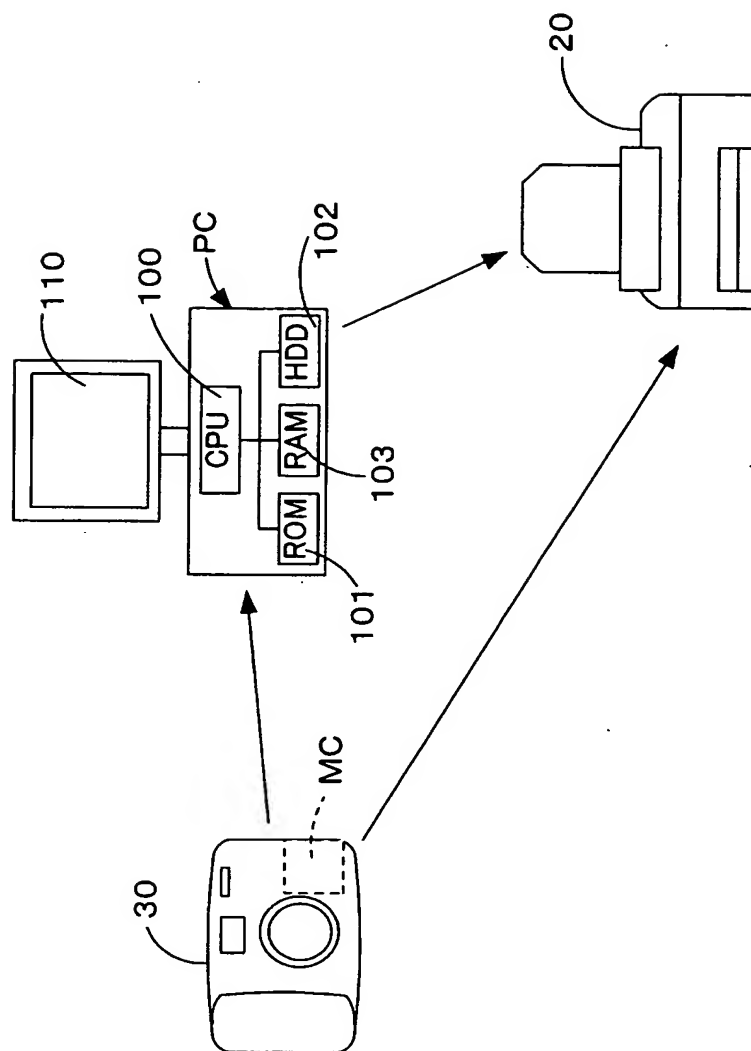
【書類名】

図面

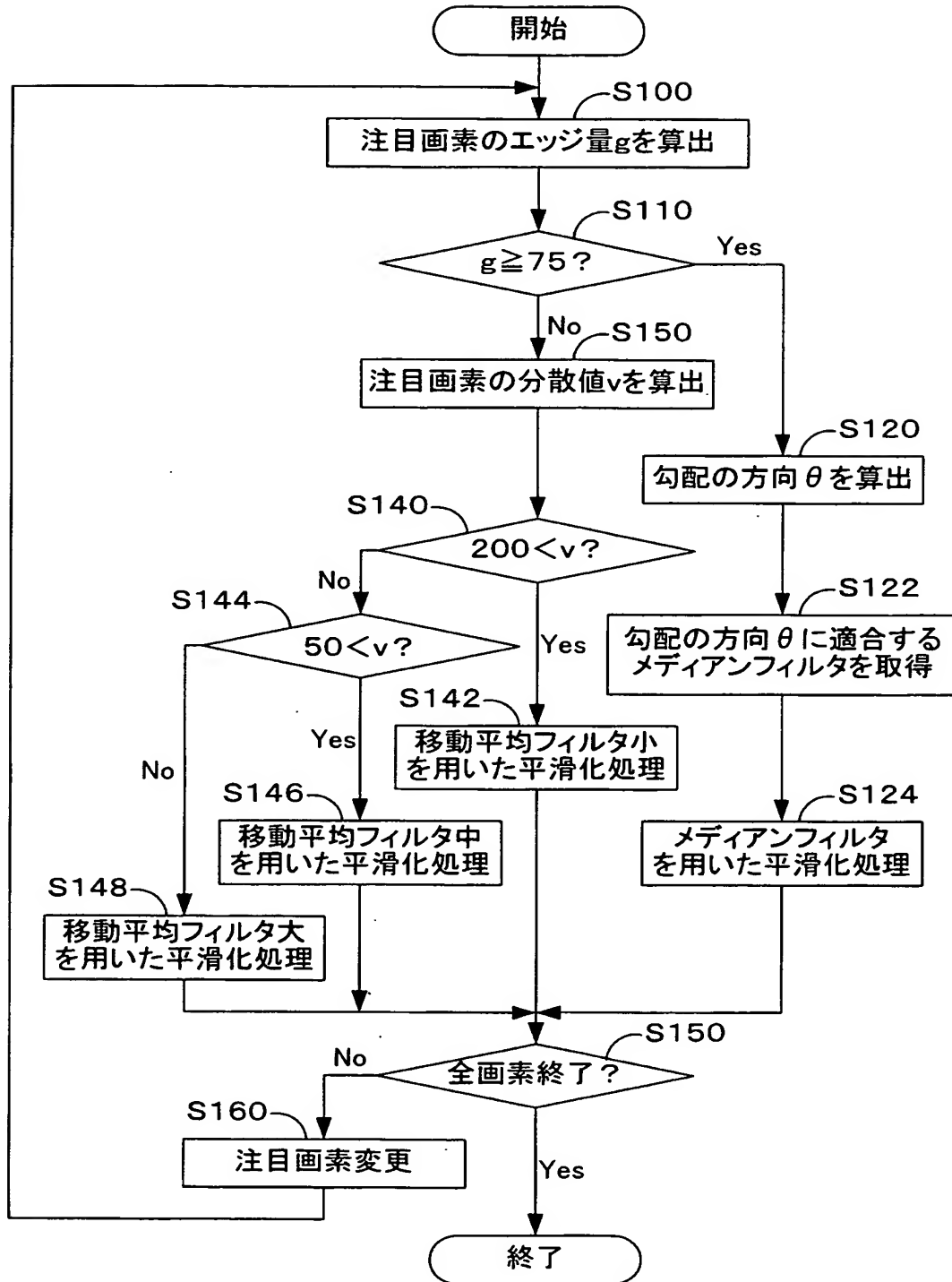
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

(a)

| Δf_x | | |
|--------------|---|---|
| -1 | 0 | 1 |
| -1 | 0 | 1 |
| -1 | 0 | 1 |

(b)

| Δf_y | | |
|--------------|----|----|
| 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 |
| -1 | -1 | -1 |

【図 5】

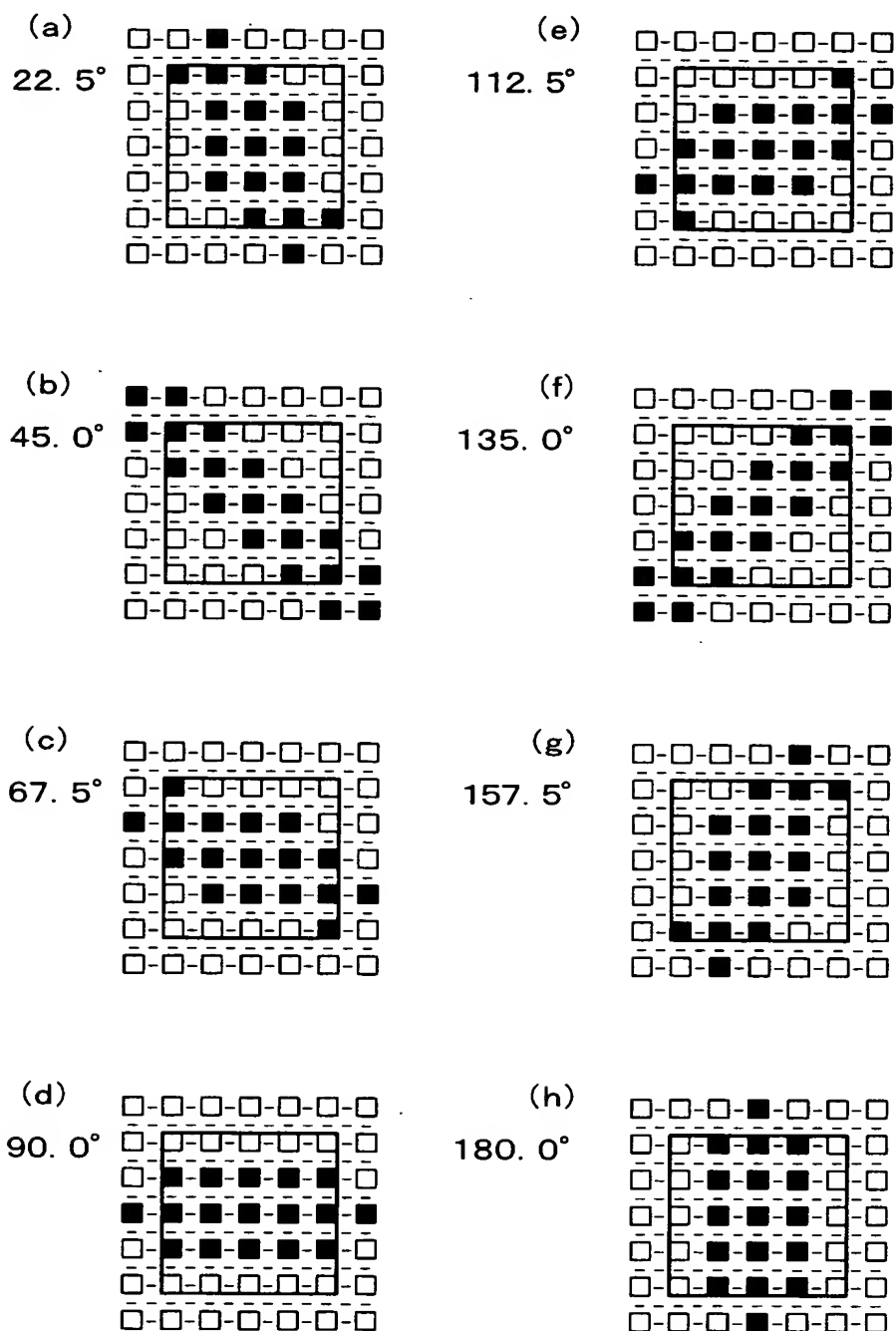
(a)

| Δf_x | | | | |
|--------------|---|---|---|---|
| -1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -1 | 0 | 0 | 0 | 1 |

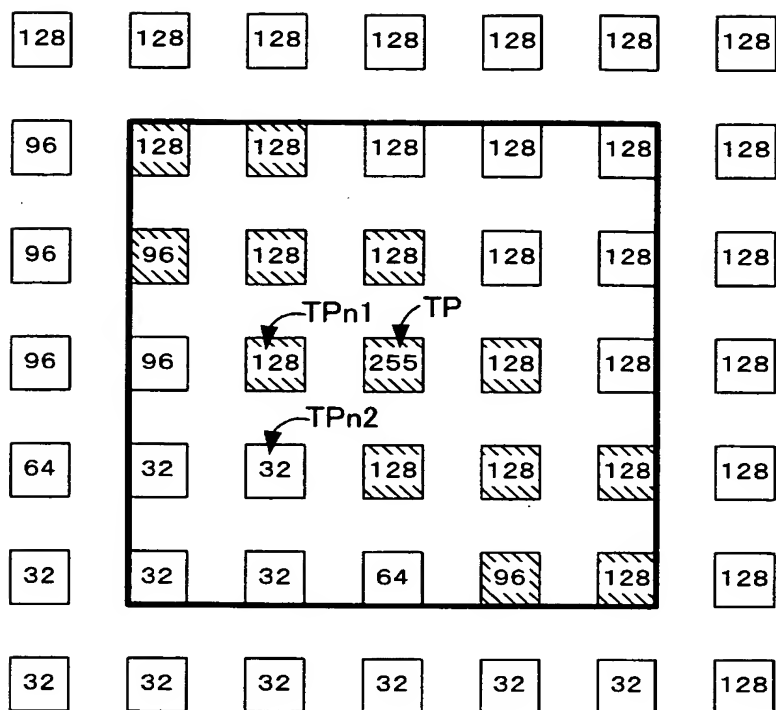
(b)

| Δf_y | | | | |
|--------------|---|----|---|----|
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -1 | 0 | -1 | 0 | -1 |

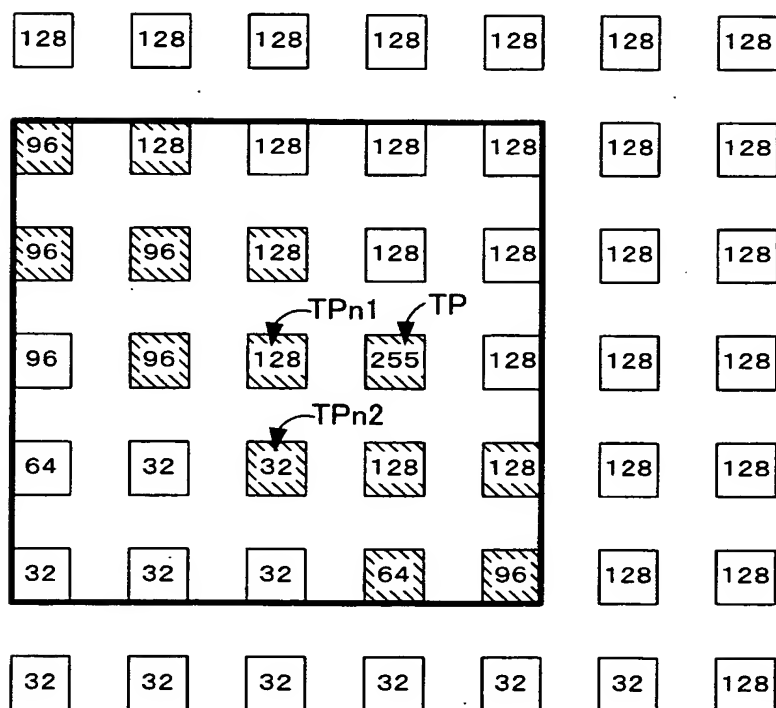
【図 6】



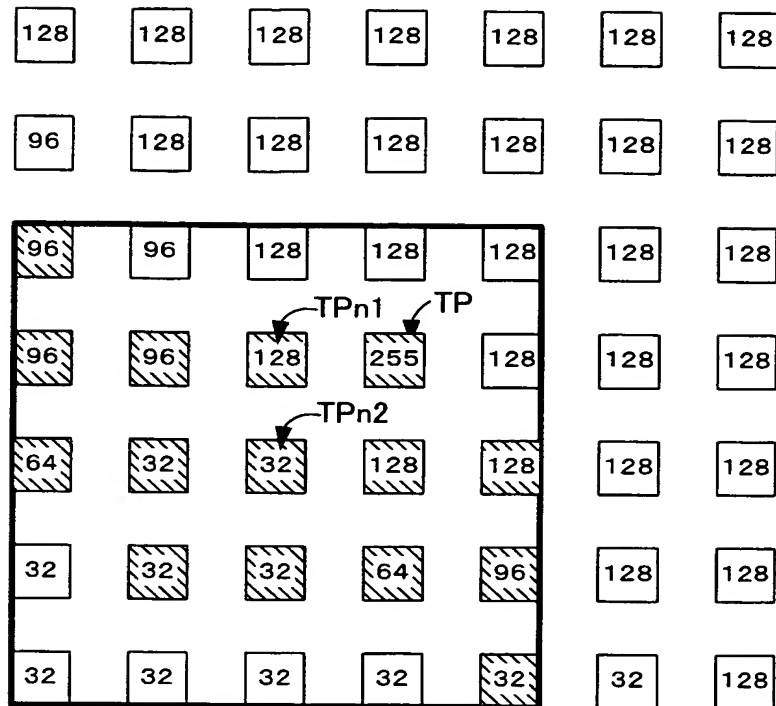
【図 7】



【図 8】



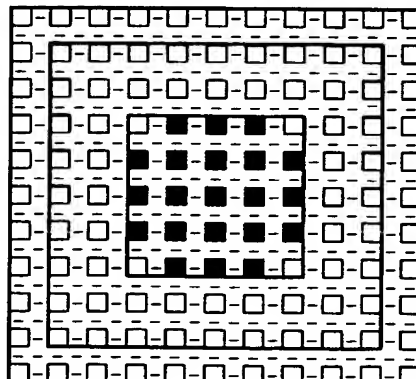
【図 9】



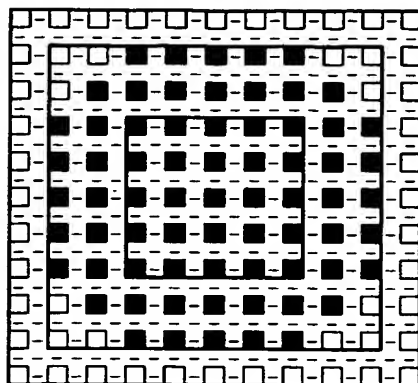
【図 10】

| 注目画素 | 本実施例における 処理後の画素値 | 従来例における 処理後の画素値 | 勾配の方向 θ |
|------|---------------------|--------------------|----------------|
| TP | 128 | 111 | 51° |
| TPn1 | 128 | 101 | 56° |
| TPn2 | 96 | 83 | 69° |

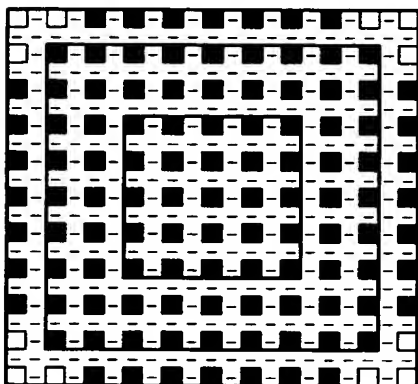
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 画像の輪郭を損なうことなく、迅速に画像上のノイズを低減、除去し、自然で滑らかな色再現を行うこと。

【解決手段】 画像処理装置は、平滑化処理の対象となる注目画素TPが、エッジを構成する画素であるエッジ構成画素であるか否かをエッジ量（勾配g）によって判断し、エッジ構成画素である場合には、移動平均フィルタに代えて楕円形のメディアンフィルタを用いた平滑化処理を実行する。メディアンフィルタMFは、エッジEgの形成方向（エッジ角度）に適合する傾き（角度）を備える楕円形の参照領域RAを有しており、エッジ成分を損なうことのない平滑化処理を実現する。したがって、平滑化処理に当たっては、エッジEgの角度を求め、求められたエッジ角に適合する角度のメディアンフィルタMFを選択し、選択されたメディアンフィルタMFを用いてエッジ構成画素である注目画素TPに対する平滑化処理が実行される。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 2 - 3 7 9 0 3 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 3 6 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

氏 名

セイコーエプソン株式会社